



ΔΙΑΚΡΑΤΙΚΟ  
ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ  
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ  
ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ  
ΣΠΟΥΔΩΝ

ΙΑΤΡΙΚΗ ΣΧΟΛΗ  
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ  
σε συνεργασία με το  
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI  
DI GENOVA



## **Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία**

**“Η συμβολή της υπερηχοτομογραφικής μεθόδου για την  
επιλογή κατάλληλης θέσης για την δημιουργία  
αρτηριοφλεβικής επικοινωνίας για αιμοκάθαρση”**

**ΥΠΟ**

**ΓΕΩΡΓΙΟΥ Σ. ΔΗΜΗΤΡΙΑΔΗ**

Ειδικού Καρδιολόγου

Υπεβλήθη για την εκπλήρωση μέρους των  
απαιτήσεων για την απόκτηση του

Διακρατικού Μεταπτυχιακού Διπλώματος Ειδίκευσης

«Υπερηχογραφική Λειτουργική Απεικόνιση για την πρόληψη &  
διάγνωση των αγγειακών παθήσεων»

ΛΑΡΙΣΑ 2018

**ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΣΥΜΒΟΥΛΕΥΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ**

1. Μιλτιάδης Λαζαρίδης, Ομότιμος Καθηγητής  
Αγγειοχειρουργικής ΔΠΘ (Επιβλέπων)
2. Ρούσας Νικόλαος, Αγγειοχειρουργός Επιμελητής Β'  
Αγγειοχειρουργικής Κλινικής Π.Γ.Ν. Λάρισας
3. Καραθάνος Χρήστος, Αγγειοχειρουργός Επικ. Επιμελητής  
Αγγειοχειρουργικής Κλινικής Π.Γ.Ν. Λάρισας

### **ΑΝΑΠΛΗΡΩΜΑΤΙΚΟ ΜΕΛΟΣ:**

Σπανός Κωνσταντίνος, Αγγειοχειρουργός Επικ. Επιμελητής  
Αγγειοχειρουργικής Κλινικής Π.Γ.Ν. Λάρισας

### **ΤΙΤΛΟΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΣΤΑ ΑΓΓΛΙΚΑ:**

“The contribution of the ultrasonographic method for the selection of a suitable location for the creation of an arteriovenous fistula for hemodialysis”

## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Ευχαριστώ θερμά τον Καθηγητή κ. Μίλτο Λαζαρίδη για την ανεκτίμητη βοήθεια, κατανόηση και υπομονή που έδειξε κατά τη διαδικασία της συγγραφής της.

Ακόμη ευχαριστώ θερμά και τα άλλα δύο μέλη της συμβουλευτικής επιτροπής.

Ευχαριστώ επίσης τον Καθηγητή Αγγειοχειρουργικής του Τμήματος Ιατρικής του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, κ. Αθανάσιο Γιαννούκα που οργάνωσε και συντόνισε το Διακρατικό Διατμηματικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών (ΔΔΠΜΣ) του Τμήματος Ιατρικής της Σχολής Επιστημών Υγείας του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας σε συνεργασία με το Τμήμα Ιατρικής του Università degli Studi di Genova, Ιταλίας με τίτλο “ΥΠΕΡΗΧΟΓΡΑΦΙΚΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΗ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΛΗΨΗ & ΔΙΑΓΝΩΣΗ ΤΩΝ ΑΓΓΕΙΑΚΩΝ ΠΑΘΗΣΕΩΝ” και μου έδωσε τη δυνατότητα να αποκτήσω τον συγκεκριμένο τίτλο μεταπτυχιακών σπουδών.

Τέλος, θα ήταν παράλειψη να μην ευχαριστήσω τον Διευθυντή της Γ' Πανεπιστημιακής Καρδιολογικής Κλινικής Α.Π.Θ, Νοσοκομείο Ιπποκράτειο, Καθηγητή κ. Βασιλικό Βασίλειο για τη δυνατότητα που μου έδωσε, να εκπονήσω την διδακτορική μου διατριβή και να αποτελώ επιστημονικό συνεργάτη της κλινικής.

Η διπλωματική αυτή εργασία αφιερώνεται στην οικογένειά μου, τη σύζυγο μου Μαρία Οικονόμου και τα δυο μου τέκνα Αναστασία και Ευαγγέλια.

## Περίληψη

Η δημιουργία μιας αποτελεσματικής αγγειακής προσπέλασης έχει μεγάλη σημασία για μεγάλο αριθμό ασθενών με νεφρική ανεπάρκεια τελικού σταδίου. Έχει αποδειχτεί ότι η καλύτερη μορφή αγγειακής προσπέλασης είναι η αυτόλογη αρτηριοφλεβική αναστόμωση.

Η υπερηχογραφική μέθοδος στην προεγχειρητική χαρτογράφηση είναι μια αξιόπιστη και μη επεμβατική τεχνική, η οποία με χαμηλό κόστος και χωρίς κινδύνους, απεικονίζει το αγγειακό δέντρο και εκτιμάται η λειτουργική ακεραιότητά του. Δεν αποτελεί εναλλακτική μέθοδο έναντι στην κλινική εξέταση του ασθενούς παρά συμπλήρωμα της και έχει δημιουργηθεί για να ενισχύσει την ικανότητα της να εκτιμά τα αγγεία των ασθενών που προορίζονται για τη δημιουργία αγγειακής προσπέλασης.

Μάλιστα στην καλύτερη ίσως έκφραση της τεχνικής αυτής, την υπερηχογραφική εξέταση διενεργεί ο χειρουργός, ο ίδιος δηλαδή ιατρός που εξετάζει και κλινικά τον άρρωστο και θα σχεδιάσει τη δημιουργία της αρτηριοφλεβικής επικοινωνίας.

Η χρήση υπερήχου προεγχειρητικά υπάρχει ως σύσταση των διεθνών κατευθυντήριων οδηγιών, ωστόσο όμως με πλήρη ομοφωνία. Δεδομένα από πρόσφατες τυχαιοποιημένες μελέτες και μετα-αναλύσεις συγκλίνουν στο συμπέρασμα ότι πρέπει να υποστηριχθεί η πρακτική της απανταχού χρήσης προεγχειρητικού υπερηχογραφικού ελέγχου για τη δημιουργία αρτηριοφλεβικής επικοινωνίας για αιμοκάθαρση.

Λέξεις- Κλειδιά: αρτηριοφλεβική επικοινωνία, αιμοκάθαρση, υπέρηχος, προεγχειρητικός, AVF, AVG, διάμετρος, DOQI, EBPG, ESVS

## ABSTRACT

Creating an effective vascular access is of great importance for a large number of patients with end-stage renal failure. It has been shown that the best form of vascular access is autologous arteriovenous anastomosis.

The use of the ultrasound as a tool in the preoperative mapping is a reliable and non-invasive technique, which, at a low cost and without any risks, depicts the vascular tree and evaluates its functional integrity. It is not an alternative to the clinical examination of the patient rather than a supplement to it and has been created to enhance the ability to evaluate the vascular vessels of patients intended for vascular access.

Furthermore, in the best possible expression of this technique, ultrasound exam is performed by the vascular surgeon. The physician that clinically examines the patient and performs the creation of arteriovenous communication.

The use of ultrasound prior to surgery exists as a recommendation of the international guidelines, with full consensus. Data from recent randomized trials and meta-analyzes suggest that the practice of preoperative ultrasound scanning for the creation of arteriovenous vascular anastomosis should be supported.

Keywords: arteriovenous fistula, hemodialysis, ultrasound, preoperative, AVF, AVG, diameter, DOQI, EBPG, ESVS

## Πίνακας περιεχομένων

Κεφάλαιο 1. Εισαγωγή στις αρχές της δημιουργίας αρτηριοφλεβικής επικοινωνίας για αιμοκάθαρση.

1.1 Ιστορική αναδρομή.....	7
1.2 Είδη αγγειακών προσπελάσεων.....	8
1.3 Σύγκριση AVF έναντι AVG.....	10

Κεφάλαιο 2. Υπερηχοτομογραφική μέθοδος στην δημιουργία αρτηριοφλεβικής επικοινωνίας για αιμοκάθαρση.

2.1 Κλινική εξέταση – επισκόπηση.....	11
2.2 Σπουδαιότητα αγγειακού υπέρηχου.....	12
2.3 Υπερηχογραφικός Εξοπλισμός.....	13
2.4 Υπερηχογραφική χαρτογράφηση.....	13
2.4.1. Χαρτογράφηση του αντιβράχιού.....	14
2.4.2. Χαρτογράφηση του βραχίονα.....	14
2.4.3 Φλεβική μελέτη.....	15
2.4.4 Αρτηριακή μελέτη.....	16
2.4.4.1 Αρτηριακή διάμετρος.....	17
2.4.4.2. Μορφολογία του αρτηριακού τοιχώματος.....	18
2.4.4.3 Αντιδραστική υπέραιμία.....	19
2.4.5. Κριτήρια αγγειακής προσπέλασης.....	20
2.5 Περιορισμοί της υπερηχογραφική μελέτης.....	21

Κεφάλαιο 3. Προεγχειρητικός υπερηχοτομογραφικός έλεγχος.

3.1 Κατευθυντήριες οδηγίες.....	22
3.2 Νεότερα δεδομένα.....	24

Κεφάλαιο 4. Μελλοντικές υπερηχογραφικοί μέθοδοι, παράμετροι και πεδία στην επιλογή κατάλληλης θέσης για την δημιουργία αρτηριοφλεβικής επικοινωνίας για αιμοκάθαρση.

4.1 Νεότερες υπερηχογραφικές μετρήσεις και τεχνικές.....	28
4.2 Επαναπροσδιορισμός υπερηχογραφικών κριτηρίων και κατευθυντήριων γραμμών για τη δημιουργία επιτυχών AVF.....	29

Βιβλιογραφία: .....	31
---------------------	----

## **Κεφάλαιο 1. Εισαγωγή στις αρχές της δημιουργίας αρτηριοφλεβικής επικοινωνίας για αιμοκάθαρση.**

### **1.1 Ιστορική αναδρομή.**

Η μακροπρόθεσμη επιβίωση στην νεφρική νόσο τελικού σταδίου (end-stage renal disease, ESRD) εξαρτάται από την καταλληλότητα και αποτελεσματικότητα της θεραπείας νεφρικής υποκατάστασης.

Η αιμοκάθαρση είναι μια ανακάλυψη του 20<sup>ου</sup> αιώνα η οποία έφερε την επανάσταση στη διαχείριση ασθενών με τελικού σταδίου νεφρική ανεπάρκεια. Πάνω από το 85% του παγκόσμιου πληθυσμού αυτής της κατηγορίας είναι εξαρτώμενο από την αιμοκάθαρση[1].

Η επίτευξη επαρκούς αιμοκάθαρσης σε ασθενείς με τελικού σταδίου νεφρικής νόσου σχετίζεται άμεσα με την δημιουργία και τη διατήρηση κατάλληλης αγγειακής προσπέλασης, καθώς αυτή αποτελεί κύρια αιτία για νοσηλείες και νοσηρότητα στους νεφροπαθείς.

Η πρώτη αυτόλογη αρτηριοφλεβική επικοινωνία (arteriovenous fistula, AVF) δημιουργήθηκε το 1965. Από τότε χρησιμοποιήθηκε σε εκατομμύρια ασθενείς που υποβάλλονται σε αιμοκάθαρση, ενώ τα ποσοστά των ασθενών με συνοσηρότητες σ' αυτόν τον πληθυσμό αυξάνονται και μαζί τους αυξάνονται οι προκλήσεις στην προσπάθεια δημιουργίας άρτιας και ανθεκτικής στο χρόνο αγγειακής προσπέλασης[2].

Η πρώτη AVF κατασκευασμένη για αγγειακή προσπέλαση για αιμοκάθαρση δημιουργήθηκε από τον Kenneth Appell τον Φεβρουάριο του 1965 στο Bronx Veterans Administration Hospital σε συνεργασία με τους James Cimino, Michael Brescia και Baruch Hurwich. Παρουσίασαν αρχικά 12 ασθενείς το 1966 με τη χρήση της κερκιδικής αρτηρίας και της κεφαλικής φλέβας στον καρπό, radio-cephalic AVF.

Πριν από αυτή την ιστορική δημοσίευση, η αγγειακή προσπέλαση για αιμοκάθαρση γινόταν μόνο με απευθείας καθετηριασμό των μεγάλων αγγείων, ή με ένα Scribner shunt (εξωτερική αγγειακή επικοινωνία).

Η νέα μέθοδος έγινε άμεσα αποδεκτή παγκοσμίως και στις επόμενες δεκαετίες αναπτύχθηκαν διάφορες επεμβάσεις για δημιουργία αγγειακής προσπέλασης, είτε αυτόλογης είτε με χρήση μοσχευμάτων (συνθετικά και βιολογικά), αλλά και με χρήση καθετήρων (μικρής ή μεγαλύτερης διάρκειας χρήσης).

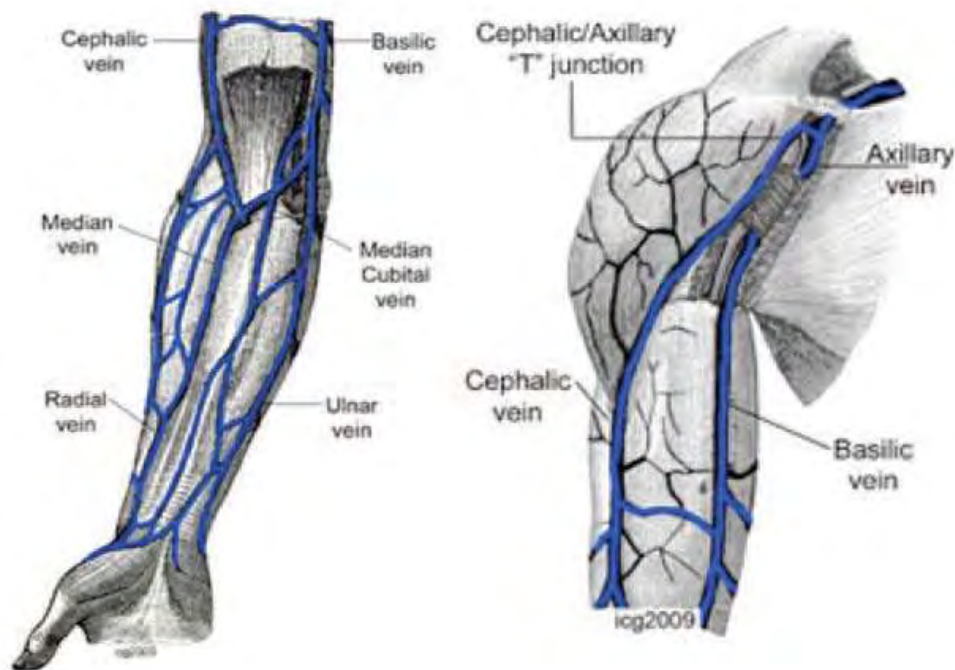
Η αρχική όμως fistula παραμένει δημοφιλής και σήμερα αναφερόμαστε σε αυτήν με τον όρο κερκίδο-κεφαλική αρτηριοφλεβική επικοινωνία - radiocephalic arteriovenous fistula (γνωστή και ως Cimino fistula, Brescia-Cimino fistula, και fistula καρπού – wrist fistula[3].

Είναι συνεπώς αυταπόδεικτη η σημασία του σωστού σχεδιασμού για τη δημιουργία αγγειακής προσπέλασης για αιμοκάθαρση. Ο στόχος της προεγχειρητικής εκτίμησης είναι η δημιουργία μιας συνέχειας επιλογών και ενεργειών που θα έχουν παρέχουν μια αδιάλειπτη και αδιάκοπη αιμοκάθαρση σε όλη τη διάρκεια της ζωής των ασθενών με νεφρική νόσο τελικού σταδίου. Όπως επίσης είναι αναγκαία η δημιουργία μιας ανθεκτικής αγγειακής πρόσβασης, σε ένα βραχύ χρονικό διάστημα, η οποία να χρειάζεται στο μέλλον όσο το δυνατόν λιγότερες παρεμβατικές ενέργειες, χωρίς όμως με την ύπαρξη της να υπονομεύουμε μελλοντικές εναλλακτικές προσπελάσεις. Επιπρόσθετα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη η χρονική και φυσική εξέλιξη των προσπελάσεων. Δηλαδή μια πιθανή μελλοντική δυσλειτουργία να καταστήσει αναγκαία την δημιουργία μια άλλης, οπότε η δημιουργία της πρώτης προσπέλασης πρέπει να λαμβάνει χώρα με σύνεση[1].

Μια λειτουργική αγγειακή προσπέλαση παρέχει επαρκή αιματική ροή για την διεξαγωγή της συνεδρίας αιμοκαθάρσεως, έχει αντοχή στο χρόνο και σχετικά χαμηλό ποσοστό επιπλοκών[4].

## 1.2 Ανατομική προσέγγιση - Είδη αγγειακών προσπελάσεων





Η φλεβική ανατομία του άνω άκρου αποτελείται από τις επιπολής φλέβες και τον εν τω βάθει φλεβικό δίκτυο. Η κεφαλική φλέβα, που είναι επιφανειακή τόσο στο αντιβράχιο όσο και στο βραχίονα, είναι η πιο συχνά χρησιμοποιούμενη για να παρέχει απορροή για την αγγειακή προσπέλαση. Η βασιλική φλέβα (που είναι λιγότερη δημοφιλής λόγω της θέσης της) είναι επιφανειακή στο αντιβράχιο αλλά ενώνεται με το εν τω βάθει δίκτυο στο κατώτερο τριτημόριο του βραχίονα.

Κατά τον υπερηχογραφικό προεγχειρητικό έλεγχο ο εξεταστής πρέπει να είναι άριστος γνώστης της χειρουργικής ανατομίας για τη δημιουργία προσπέλασης στο άνω άκρο, καθώς και για τις πιθανές θέσεις που συνήθως δημιουργούνται οι αγγειακές προσπελάσεις.

Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δίνεται στην εκτίμηση της συνέχειας και του σημείου από που εκβάλλει η όποια φλέβα είναι υποψήφια δότρια για να χρησιμοποιηθεί για τη δημιουργία προσπέλασης.

Πολύ σημαντικό είναι επίσης κατά την εξέταση οι φλέβες να είναι διατεταμένες (με χρήση περισφιγξης), καθώς σε διαφορετική περίπτωση αξιοποιήσιμες φλέβες μπορεί να απορριφθούν.



Επιπλέον στοιχείο της ανατομίας είναι και η υψηλή έκφυση της κερκιδικής αρτηρίας, καθώς αν δημιουργηθεί φίστουλα στον καρπό σε αυτό το αγγείο υπάρχει η τάση να έχει χαμηλότερες ροές, καθυστερημένη ωρίμανση, και να υπόκειται σε υψηλότερο κίνδυνο αποτυχίας[5].

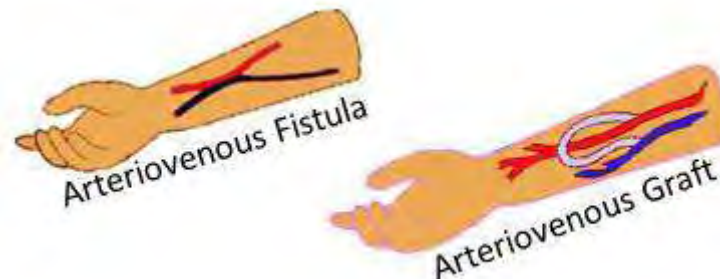
Η παροχή επαρκούς αιμοκάθαρσης εξαρτάται από την επαναλαμβανόμενη και αξιόπιστη πρόσβαση στην κεντρική κυκλοφορία. Η ιδανική αγγειακή προσπέλαση παρέχει επαρκή ροή για ικανοποιητική αιμοκάθαρση, έχει μακρά διάρκεια ζωής και χαμηλό ποσοστό επιπλοκών. Παρότι τέλεια προσπέλαση δεν υπάρχει, η αυτόλογη αρτηριοφλεβική αναστόμωση πλησιάζει περισσότερο σε αυτό το πρότυπο[2].

### 1.3 Σύγκριση AVF έναντι AVG

Αρτηριοφλεβικές αναστομώσεις(AVF)	Αρτηριοφλεβικά μοσχεύματα (AVG)
Χαμηλότερα ποσοστά μόλυνσεως	Υψηλότερα ποσοστά μόλυνσεως
Χαμηλότερα ποσοστά θρόμβωσης	Υψηλότερος θρομβωτικός δείκτης
3-6 μήνες περίοδος ωρίμανσης	Μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε με μερικές εβδομάδες
Υψηλότερα ποσοστά πρωτογενούς αποτυχίας	Χαμηλότερα ποσοστά πρωτογενούς αποτυχίας
Χαμηλότερα ποσοστά δευτερογενούς αποτυχίας	Υψηλότερα ποσοστά δευτερογενούς αποτυχίας

Από R. Hemachandar. Analysis of Vascular Access in Haemodialysis Patients - Single Center Experience. J Clin Diagn Res. 2015.

Η χρόνια αιμοκάθαρση γίνεται μέσω αυτόλογων αρτηριοφλεβικών αναστομώνσεων (AVF) ή αρτηριοφλεβικών μοσχευμάτων (arteriovenous grafts, AVG). Οι AVF καταδεικνύουν ανθεκτικότητα στο χρόνο, λιγότερες μολύνσεις και απαιτούν και τον μικρότερο αριθμό παρεμβάσεων για την εύρυθμη λειτουργία τους. Είναι όμως πιο απαιτητική χειρουργικά η δημιουργία τους και παρουσιάζουν υψηλό ποσοστό αποτυχίας ωρίμανσης[6].



Τα AVG αντιθέτως, έχουν υψηλότερα ποσοστά αρχικής-πρώιμης επιτυχίας, έχουν ευκολότερη παρακέντηση στην καθημερινότητα, είναι έτοιμα προς χρήση συντομότερα (3-5 εβδομάδες), ενώ τα τελευταία χρόνια έχουν αναπτυχθεί και μοσχεύματα προς άμεση χρήση μετά την τοποθέτησή τους[6].

Ωστόσο, όλα τα μοσχεύματα δείχνουν να δυσλειτουργούν οριστικά κατά μέσο όρο μετά από δύο χρόνια, ενώ απαιτούν κατά μέσο όρο και 2,5 παρεμβάσεις για να διατηρήσουν τη λειτουργικότητά τους. Παράλληλα, έχουν μεγαλύτερο κίνδυνο επιπλοκών λόγω λοίμωξης και υψηλό θρομβωτικό ρίσκο[1].

Η ύπαρξη μια λειτουργικής AVF είναι υψίστης σημασίας για τους ασθενείς που χρειάζονται αιμοκάθαρση. Επιτρέπει την πρώτη πρόσβαση στην αιμοκάθαρση, ελαττώνει τις επείγουσες αιμοκαθάρσεις, μειώνει τον αριθμό των νοσηλείων λόγω μεταβολικών διαταραχών και υπερφόρτωσης υγρών[7].

Ως αποτέλεσμα των παραπάνω βελτιώνει τους προγνωστικούς δείκτες όπως τη νοσηρότητα και τη θνησιμότητα.

## **Κεφάλαιο 2. Υπερηχοτομογραφική μέθοδος στην δημιουργία αρτηριοφλεβικής επικοινωνίας για αιμοκάθαρση.**

### **2.1 Κλινική εξέταση – επισκόπηση.**

Μια προσεκτική και εμπειριστατωμένη κλινική εξέταση αποτελεί τον ακρογωνιαίο λίθο στο προεγχειρητικό έλεγχο τους ασθενούς για τη δημιουργία της αγγειακής προσπελάσεως. Η μαύρη φυλή, γυναίκειο φύλο, σακχαρώδης διαβήτης, περιφερική αρτηριοπάθεια, ιστορικό ακτινοθεραπείας στη μασχαλιαία χώρα και προγενέστερες προσπάθειες για αγγειακές προσπελάσεις συσχετίζονται με φτωχή πρόγνωση της μελλοντικής αγγειακής προσπελάσεως. Ιστορικό συμφορητικής καρδιακής ανεπάρκειας διαδραματίζει ένα βασικό ρόλο στη χειρουργική στρατηγική καθώς και στη σωστή λειτουργία της AVF. Διαταραχές του πηκτικού μηχανισμού και θρομβοφιλία πρέπει να αποκλεισθεί.

Η προηγούμενη χρήση κεντρικών φλεβικών καθετήρων μπορεί να δημιουργήσει στένωση των κεντρικών φλεβικών στελεχών και προβλήματα απορροής που γίνονται πιο εμφανή μετά τη δημιουργία της προσπέλασης.

Η επιμελής εξέταση των ασθενών σε αναμονή για δημιουργία αγγειακής πρόσβασης είναι σημαντική διότι δερματικές αλλοιώσεις, τοπικές μολύνσεις, ουλές και εν γένη γενικευμένα δερματικά προβλήματα επιπροσθέτως σε ασθενείς με μικρής διαμέτρου αρτηρίες και φλέβες αναδεικνύουν χαμηλής πιθανότητας επιτυχημένης αρτηριοφλεβώδης φίστουλας στις συνηθισμένες θέσεις.

Ωστόσο η αρτηριακή και φλεβική αξιολόγηση μέσω της κλινικής εξέτασης αποτελεί πρόκληση και είναι περιορισμένης αξίας ως προς τους παχύσαρκους ασθενείς. Έχει παρατηρηθεί ότι η κλινική σημασία της φυσικής εξετάσεως απέτυχε να αναγνωρίσει ικανά αγγεία για τη δημιουργία AVF σε παραπάνω από το 54% των ασθενών που υπόκεινται σε χειρουργείο για τη δημιουργία AVF[2].

Η αρτηριακή αξιολόγηση θα πρέπει να περιλαμβάνει την εκτίμηση του σφυγμού, την ύπαρξη διαφορικής πίεσεως στα άνω άκρα, και την αιμάτωση του παλαμιαίου τόξου. Οι μασχαλιαίοι, βραχιόνιοι, κερκιδικοί, και ωλένιοι σφυγμοί πρέπει να καθοριστούν φυσιολογικοί, ελαττωμένοι ή και απόντες και στα δυο άκρα. Η συστολική διαφορική πίεση πρέπει να είναι μικρότερη από 20mmHg μεταξύ των δυο άνω ακρών διαφορετικά αναδεικνύει στένωση της υποκλείδιου αρτηρίας στο άκρο με τη χαμηλότερη συστολική πίεση. Το τροποποιημένο Allen test χρησιμοποιείτε για να εκτιμηθεί η επάρκεια του παλαμιαίου τόξου.

Η φλεβική αξιολόγηση λαμβάνει χώρα σε ένα θερμό δωμάτιο με χρήση περίσφιξης ώστε να επιτευχθεί η μέγιστη φλεβική διαστολή του άνω άκρου.

Η εξέταση θα πρέπει να πραγματοποιείτε σε ένα ζεστό δωμάτιο, με τον ασθενή χαλαρό και σε άνετη ύπτια θέση ώστε να μειωθούν οι πιθανότητες αγγειοσύσπασης των αγγείων λόγω κατεχολαμιναιμίας[2,8].

## **2.2 Σπουδαιότητα αγγειακού υπέρηχου.**

Η σπουδαιότητα του αγγειακού υπέρηχου έγκειται στην λεπτομερή εκτίμηση του αγγειακού δικτύου ώστε να μπορέσει να αξιολογηθεί η επάρκεια του, το μέγεθος των αγγείων καθώς και πιθανές στενώσεις ή αποφράξεις.

Αυτοσκοπός του ιατρού δεν αποτελεί όμως μόνο η αύξηση των AVF αλλά και ο σχηματισμός πραγματικά λειτουργικών προσπελάσεων θωρακισμένες στο πέρασμα των χρόνων τις λιγότερες δυνατές επιπλοκές και αναγκαίες παρεμβάσεις.

Με τη χρήση του υπέρηχου πρέπει να καταστεί γνωστό το πλεονέκτημα της αποφυγής χρήσης κεντρικών φλεβικών καθετήρων (central vein catheter) για αιμοκάθαρση, ακόμη όμως και στα πλαίσια μιας μη λειτουργικής AVF πρέπει να προτιμάται η χρήση AVG έναντι σε CVC. Επιθυμητή είναι η αποφυγή καθυστερήσεων στον προγραμματισμό και τη δημιουργία αγγειακής προσπέλασης (αν ο ασθενής ξεκινήσει αιμοκάθαρση με καθετήρα είναι μειονέκτημα για τη διατήρηση μελλοντικής προσπέλασης).

Η υπερηχογραφική χαρτογράφηση (mapping) προσδίνει τα μέγιστα στη ανατομική γνώση που θα χρησιμοποιηθεί για τον προεγχειρητικό και διεγχειρητικό σχεδιασμό κατά τη δημιουργία της αγγειακής προσπελάσεως. Αποτελεί ένα εξαιρετικής σημασίας σύμμαχο απέναντι σε επιπλεγμένους ασθενείς με συμπαρομαρτούντα νοσήματα (παχυσαρκία, σακχαρώδης διαβήτης, υπέρπηροι ασθενείς, προγενέστερες αγγειακές προσβάσεις). Όπου στους παραπάνω ασθενείς τα νοσήματα του φλεβικού δικτύου δεν είναι σπάνια και η κλινική εξέταση δεν είναι πάντα εύκολη[8].

Η υπερηχογραφική μελέτη είναι user dependent, επομένως ο εξεταστής πρέπει να εξοικειωμένος με την αρτηριακή και φλεβική ανατομία ώστε να λαμβάνει αποφάσεις με βάση τα υπερηχογραφικά στοιχεία [1].

Είναι μείζονος σημασία η κατάλληλη επιλογή αγγείων για το σχηματισμό μια επιτυχούς αρτηριοφλεβικής αναστομώσεως, αλλά ακόμη μεγαλύτερης σπουδαιότητας είναι η ανίχνευση ασθενών με χαμηλές πιθανότητες επιτυχίας/ωρίμανσης ή και ακόμα της πιθανής αποτυχίας της αγγειακής προσπελάσεως.

Σε αυτό το επίπεδο ο υπερηχογραφικός έλεγχος αποδίδει την βέλτιστη απεικόνιση των αγγείων που συχνά δεν είναι εμφανή κλινικά. Ως εκ των παραπάνω επιτυγχάνεται η αύξηση του αριθμού των αυτόλογων προσπελάσεων.

### **2.3 Υπερηχογραφικός Εξοπλισμός.**

Η εξέταση των αγγείων πριν από μια επέμβαση αγγειακής προσπέλασης απαιτεί μία γραμμική κεφαλή υψηλών συχνοτήτων ώστε να λάβουμε τις απαιτούμενες πληροφορίες για τα περιφερικά αγγεία (αρτηρίες και φλέβες).

Ο υπερηχογράφος πρέπει να έχει τη δυνατότητα εξέτασης με B-mode και Doppler mode. Οι γραμμικές κεφαλές συχνοτήτων 7 MHz ή υψηλότερων για B-mode, και 5 MHz ή υψηλότερων για παλμικό και έγχρωμο Doppler, είναι κατάλληλες για τα περισσότερα αγγεία[9].

Όσο ψηλότερη η συχνότητα της κεφαλής τόσο πιο αυξημένη η διακριτική της ικανότητα σε κόστος του βάθους διεισδύσεως. Χαμηλότερες συχνότητές κεφαλής προσδίδουν καλύτερη οπτικοποίηση βαθιών δομών. Γενικά, για ένα δεδομένο βάθος, μια χαμηλότερη συχνότητα θα πρέπει να χρησιμοποιείται για το Doppler από εκείνη που είναι ιδανική για την δισδιάστατη απεικόνιση[2].

.

### **2.4 Υπερηχογραφική χαρτογράφηση.**



Zamboli P, et al Color Doppler ultrasound and arteriovenous fistulas for hemodialysis. J Ultrasound. 2014

Η υπερηχογραφική εξέταση και των δύο αντιβραχίων και ενός ή αμφοτέρων βραχιόνων όταν πραγματοποιείται από έμπειρο υπερηχογραφιστή έχει μια μέση διάρκεια 45 λεπτά. Εξετάζεται η υποκλείδια φλέβα από την πλευρά όπου ανευρίσκεται η κατάλληλη ανατομία. Πλήρεις αμφοτερόπλευρες εξετάσεις δε διενεργούνται εάν ανευρεθούν οι κατάλληλες ανατομικές δομές για τη δημιουργία αναστόμωσης στο ένα αντιβράχιο. Όταν λίγες μόνο φλέβες είναι παρούσες, τόσο τα αντιβράχια όσο και οι βραχίονες ενδέχεται να χρειαστεί να εξεταστούν. Σε αυτές τις περιπτώσεις, η υπερηχογραφική χαρτογράφηση μπορεί να είναι μια μακρά και επίπονη διαδικασία[8].

#### **2.4.1. Χαρτογράφηση του αντιβράχιού.**

Λανθάνει χώρα σε ένα ζεστό δωμάτιο, με τον ασθενή χαλαρό και σε άνετη ύπτια θέση (ο φόβος και το κρύο οδηγεί σε αγγειοσυστολή), ενώ η γέλη για την εξέταση πρέπει να έχει θερμανθεί και αυτή [2].

Ο βραχίονας του ασθενούς είναι άνετα τοποθετημένος σε περίπου 45 ° από τον κορμό. Η κερκιδική ροή τεκμηριώνεται στο επίπεδο του καρπού και μετρίεται η διατομή της. Εάν η διάμετρος είναι μικρότερη από 2mm τότε υπολογίζεται η αντίστοιχη ωλένια αρτηρία στο ίδιο επίπεδο. Εάν και οι δυο αρτηρίες είναι μικρότερες από 2mm σε διατομή τότε δεν είναι δυνατή η δημιουργία AVF στο αντιβράχιο.

Περίσφιξη (tourniquet) τοποθετείται στη μεσότητα του αντιβραχίου, και γίνονται επικρουστικοί χειρισμοί. Η διάμετρος της κεφαλικής φλέβα υπολογίζεται στον καρπό. Αν η διάμετρος είναι 2,5 mm ή μεγαλύτερη, η κεφαλική φλέβα ακολουθείται προς τον αγκώνα. Εν συνέχεια τοποθετείται η περίσφιξη κεντρικότερα.

Η δημιουργία AVF στην κεφαλική φλέβα του αντιβραχίου εξακολουθεί να είναι δυνατή αν η κεφαλική φλέβα είναι αποφραγμένη ή μικρότερη από 2,5 mm στο άνω τμήμα του βραχίονα, με την προϋπόθεση πως η κεφαλική φλέβα του αντιβραχίου αποχετεύεται σε μία ικανού μεγέθους μεσοβασilikή/λοξή φλέβα στο αντιβράχιο και στη βραχιόνια ή βασilikή φλέβα (προς την υποκλείδια φλέβα). Πλήρεις αμφοτερόπλευρες εξετάσεις δε διενεργούνται εάν ανευρεθούν οι

κατάλληλες ανατομικές δομές για τη δημιουργία αναστόμωσης στο ένα αντιβράχιο[7].

#### **2.4.2. Χαρτογράφηση του βραχίονα.**

Αν δεν βρεθεί κατάλληλη φλέβα στο αντιβράχιο, η αρτηριακή διάμετρος της βραχιονίου μετριέται στο πρόσθιο τμήμα του αγκώνα. Περίσφιξη τοποθετείται κοντά στη μασχάλη και εξετάζονται η κεφαλική, η βασιλική και οι βραχιόνιες φλέβες στη πρόσθια επιφάνεια του βραχίονα με φορά προς την κεφαλή. Επικρουστικοί χειρισμοί δεν χρειάζεται να πραγματοποιηθούν καθώς δεν προσφέρουν αύξηση στη διατασιμότητα των φλέβων.

Γίνεται οπτική εκτίμηση και συμπίεση, και το ίδιο και για τις φλέβες που παροχετεύουν (draining veins). Αξιολογούνται για στενώσεις ή και πιθανές θρομβώσεις κατά την φυσική τους πορεία. Πρέπει να επιβεβαιωθεί η επαρκής διάμετρος τους καθώς και η απορροή τους στο εν τω βάθει φλεβικό δίκτυο[8,10].

#### **2.4.3 Φλεβική μελέτη.**

Η μη επεμβατική έγχρωμη Doppler υπερηχογραφία είναι χρήσιμη στον εντοπισμό φλεβών που δεν είναι κλινικά ορατές, ενώ παρέχει και πληροφορίες σχετικές με τα λειτουργικά χαρακτηριστικά των φλεβών, όπως και της φλεβικής απορροής.

Η φυσιολογική φλέβα έχει λεπτό και ομαλό τοίχωμα ανηχοϊκό αυλό και είναι πλήρως συμπίεσιμη. Η ασυμπίεστη φλέβα είναι ένδειξη απόφραξης και αρκετά συχνά συνοδεύεται από παρουσία ηχογενούς υλικού στον αυλό.

Η επιβεβαίωση της αποφράξεως μπορεί να πραγματοποιηθεί με το έγχρωμο Doppler σε ρύθμιση με χαμηλό pulse repetition frequency (PRF), ή με τον έλεγχο Doppler των ταχυτήτων μέσα στον αυλό (πρέπει να είναι χαμηλής ταχύτητας συνεχή ροή, που γίνεται πιο φασική όσο πηγαίνουμε κεντρικότερα). Πρέπει επίσης να διαστέλλεται με την περιφερικότερη συμπίεση του άκρου.

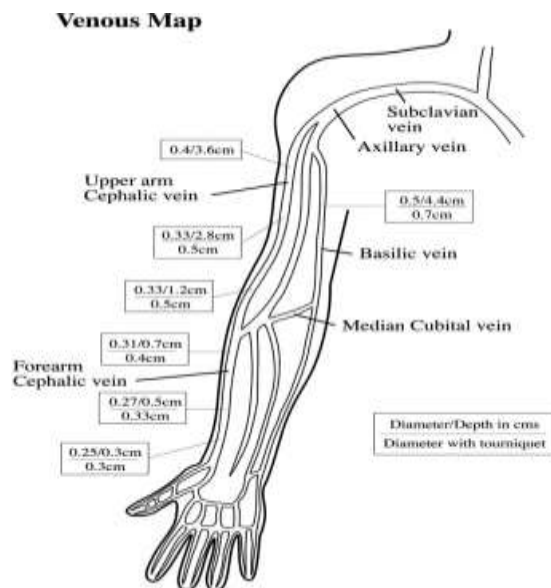
Το σήμα Doppler μπορεί να μας δώσει και έμμεσα στοιχεία για τη βατότητα των ανωνύμων φλεβών και της άνω κοίλης φλέβας. Η ανεύρεση ροής στην υποκλείδιο ή τη σφαγίτιδα που μεταβάλλεται με την αναπνευστική και την καρδιακή λειτουργία είναι ένδειξη βατότητας της σύστοιχης ανωνύμου φλέβας και της άνω κοίλης, ενώ μονοφασική ροή είναι ύποπτη για στένωση/απόφραξη. Μια τέτοια υποψία απαιτεί σε κάθε περίπτωση τη διενέργεια φλεβογραφίας[10].

Εάν δεν βρεθεί κατάλληλη κεφαλική φλέβα, εξετάζεται η βασιλική.

Τα κριτήρια για την καταλληλότητα της κεφαλικής φλέβας για το σχηματισμό AVF είναι η εμφάνιση, η διάμετρος, η διατασιμότητα, το σήμα Doppler και η

καταλληλότητα για παρακέντηση(δηλαδή να μην βρίσκεται σε βάθος μεγαλύτερο των 6 mm)[8].

Για την εκτίμηση της διαμέτρου και της διατασιμότητας της φλέβας, γίνονται μετρήσεις κατά μήκος της, αλλά πρέπει οπωσδήποτε να αποφευχθεί η άσκηση πίεσης με την κεφαλή, με τη χρήση αρκετής ποσότητας γέλης και την στήριξή της παραπλεύρως της φλέβας. Οι διάμετροι μετρούνται πριν και 2 λεπτά μετά περισφιξη με tourniquet, ώστε να εκτιμηθεί το ποσοστό διάτασης της φλέβας[9,10].



Ενδεικτικό διάγραμμα καταγραφής των διαμέτρων των φλεβών του άνω άκρου κατά την υπερηχογραφική εξέταση (από Brown PW. Preoperative radiological assessment for vascular access. Eur J Vasc Endovasc Surg. 2006 ).

Αυτή η ικανότητα της φλέβας να διαστέλλεται μπορεί να προβλεφθεί με μέτρηση της αύξησης στην εσωτερική διάμετρο (Internal Diameter-IDV) μετά από εγγύς συμπίεσή της. Ένα περιβραχιόνιο πιεσόμετρο θα πρέπει να τοποθετείται γύρω από τον βραχίονα όσο το δυνατόν εγγύτερα και να φουσκώνεται με 50 mmHg για τουλάχιστον 2 λεπτά.

Καλά ποσοστά βατότητας αναφέρθηκαν σε ασθενείς με αυτόλογες αρτηριοφλεβικές αναστομώσεις που δημιουργήθηκαν με βάση την επιλογή επαρκών φλεβών (διάμετρος της κεφαλικής φλέβας στον καρπό  $\geq 2-2.5$  mm ή φλέβες άνω βραχίονα  $> 3$  mm), ενώ φλεβική διάμετρος  $< 1,6$  mm σχετίζεται με αποτυχία της AVF .

Σε αυτή την αποτυχημένη ομάδα των AVF, η IDV αυξήθηκε μετά την εγγύς συμπίεση κατά τη διάρκεια της προεγχειρητικής υπερηχογραφίας μόνο στο 11,8% των ασθενών, σε σύγκριση με 48% στην ομάδα των επιτυχημένων AVF [2].

#### 2.4.4 Αρτηριακή μελέτη.



Οι αρτηρίες εξετάζονται στον επιμήκη άξονα με έγχρωμο Doppler από τον απώτερο τμήμα της υποκλείδιου αρτηρίας μέχρι την κερκιδική ή ωλενιαία αρτηρία. Τμήματα με μη φυσιολογικό έγχρωμο Doppler, επιπλέον αξιολογούνται με τη χρήση B-mode και spectral Doppler ώστε να αναγνωρίσουν στένωση ή απόφραξη.

Στένωση του αρτηριακού αυλού μεγαλύτερη από 50% ή δυο φορές αύξηση της μέγιστης συστολική ταχύτητάς (PSV) κατά μήκος της στενώσεως χαρακτηρίζεται ως αιμοδυναμικά κριτική στένωση.

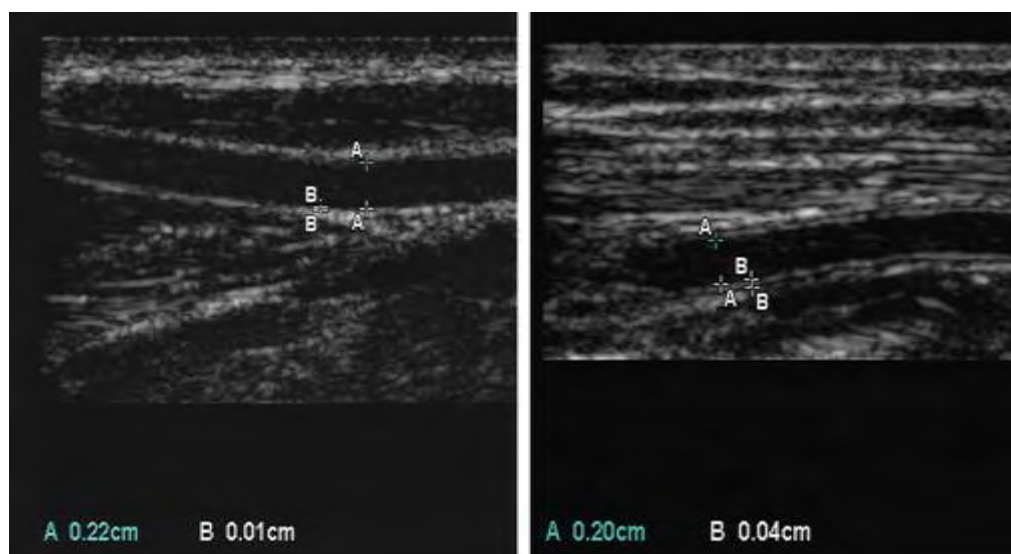
Ακόμη όμως και στενώσεις μικρότερου βαθμού μπορούν να γίνουν κριτικές μετά την δημιουργία της AVF αύξηση της αιματικής ροής.

Ο υπέρηχος υπολογίζει με μεγαλύτερη ακρίβεια την στένωση του αγγείου σε σχέση με τη συμβατική αγγειογραφία καθώς επίσης αναγνωρίζει τις ανατομικές παραλλαγές π.χ. η πρώιμη έκφυση της κερκιδικής ή ωλενιαίας αρτηρίας από τον βραχίονα.

Στην αρτηριακή μελέτη καταγράφονται διάμετροι στα διάφορα επίπεδα, επασβεστώσεις και παθολογικές παχύνσεις του τοιχώματος σε κατάλληλο διάγραμμα όπως στο παρακάτω.

#### 2.4.4.1 Αρτηριακή διάμετρος.

Η εσωτερική διάμετρος υπολογίζεται στο επιμήκη ή εγκάρσιο άξονα της κερκιδικής αρτηρίας στο επίπεδο του καρπού και του ακροτελεύτιου τμήματος του αντιβράχιού. Στο επιμήκη άξονα ο μορφομετατροπέας προσανατολίζεται ώστε να αναδείξει τους έσω χιτώνες στα εγγύς και άπω τμήματα καθώς επίσης και να υπολογίσει την απόσταση μεταξύ των intima-intima κάθετα στο αρτηριακό τοίχωμα[9,10].

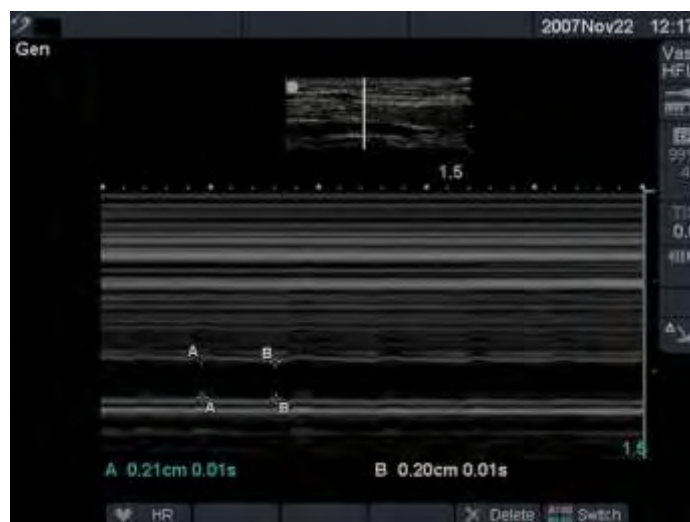


Κερκιδικες αρτηρίες σε διαμήκη τομή (αριστερά: υγιες άτομο, δεξιά: νεφροπαθής).

(Α) την εσωτερική διάμετρο, που μετράται από το εγγύς κοντά στο εσωτερικό τοίχωμα.

(Β) πάχος εσω-μέσου χιτώνα. Ο εσω χιτώνας είναι η φωτεινή γραμμή δίπλα στον αυλό και είναι έντονη στον νεφροπαθή ασθενή, ο μέσος χιτώνας εμφανίζεται ως μια σκοτεινή γραμμή στην εξωτερική πλευρά του εσω χιτώνα.

Στον εγκάρσιο άξονα η κεφαλή πρέπει να κάθετη στην επιφάνεια του δέρματος και ο διαμήκης άξονας της αρτηρίας παραλληλός στην επιφάνεια του δέρματος ώστε να αποφευχθεί η υπερεκτίμηση της διαμέτρου του αγγείου. Υπάρχει μια διαφορά στις διαμέτρους μεταξύ της συστολής και της διαστολής λόγω της αρτηριακής σφυγμικότητας. Για αυτό το λόγο χρησιμοποιείται η μέτρηση της διαμέτρου με M-mode ώστε να μειωθεί η υπολογιστική παρέκκλιση[10].

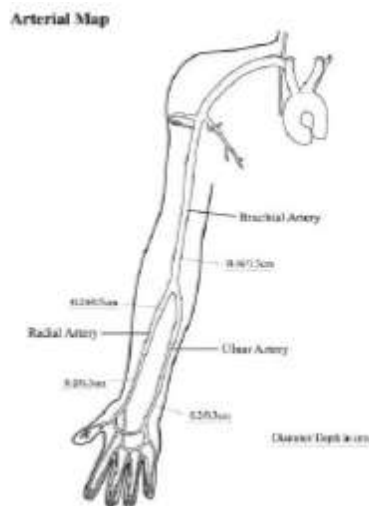


Κερκιδική αρτηρία στο παραπάνω νεφροπαθή ασθενή σε M-mode. Μετράται η διάμετρος σε μέγιστη συστολή(A) ή σε διαστολή(B)

#### **2.4.4.2. Μορφολογία του αρτηριακού τοιχώματος.**

Κατά την ωρίμανση της AVF, η αιματική ροή αυξάνεται με διάταση της τροφοφόρου αρτηρίας κάτι το οποίο δεν ισχύει σε μια νοσούσα αρτηρία. Το B-mode προσφέρει μορφολογικές πληροφορίες όσο αφορά το πάχος και την δομή των τοιχωμάτων της αρτηρίας (ασβέστωση, ομαλότητα του έσω χιτώνα και τοιχωματική πάχυνση). Σοβαρές επασβετώσεις των τοιχωμάτων αυξάνουν κατακόρυφα τη χειρουργική δυσκολία κατά τη δημιουργία της AVF.

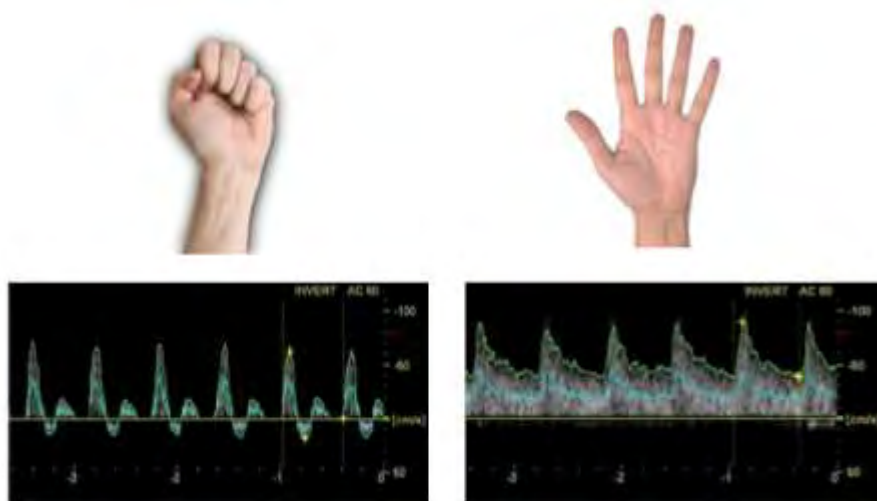
Χρησιμοποιώντας υψηλής διακριτικής ικανότητας υπερηχογράφους μπορεί να ποσοτικοποιηθεί το πάχος του έσω - μέσου χιτώνα στο διαμήκη άξονα της άπω κερκιδικής αρτηρίας.



Ενδεικτικό διάγραμμα καταγραφής των διαμέτρων των αρτηριών του άνω άκρου κατά την υπερηχογραφική εξέταση (από Brown PW. Preoperative radiological assessment for vascular access. Eur J Vasc Endovasc Surg. 2006 ).

#### 2.4.4.3 Αντιδραστική υπεραιμία.

Η αντιδραστική υπεραιμία (**Reactive Hyperaemia – RH**) προσομοιώνει την ελαττωμένη αγγειακή αντίσταση μετά τη δημιουργία αναστόμωσης και η κυματομορφή Doppler μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν δοκιμασία για να εκτιμηθεί η ικανότητα μιας αρτηρίας να διατηρήσει αυξημένη ροή. Η αντιδραστική υπεραιμία προκαλείται όταν ανοίξει η γροθιά, που είχε παραμείνει σφιγμένη για δύο λεπτά. Η αλλαγή στην κυματομορφή καταγράφεται με μέτρηση του **RI – resistive index** και τις αλλαγές στην μέγιστη συστολική και τελοδοιαστολική ταχύτητα[12].



Εξέταση της αντιδραστικής υπεραιμίας.

Αριστερά: Ισχαιμική φάση με κλειστή γροθιά και αντίστοιχη τριφασική υψηλής αντίστασης κυματομορφή.

Δεξιά: Αντιδραστική υπεραιμία μετά το άνοιγμα του χεριού με μονοφασική χαμηλής αντιστάσεως κυματομορφή και αυξημένες ταχύτητες.

Τιμές του RI μεγαλύτερες του 0,7 δείχνουν ότι η ροή στη συγκεκριμένη αρτηρία δεν αυξάνεται επαρκώς κατά την υπεραιμία, αποτελεί δε αυτό μια ένδειξη ότι ενδεχομένη αγγειακή προσπέλαση στο συγκεκριμένο σημείο ίσως να μην καταφέρει να φτάσει σε ωρίμανση.

Ο RI υπολογίζεται ως εξής:  $RI = (A-B)/A$ , όπου A είναι η μέγιστη συστολική ταχύτητα και B η ελάχιστη διαστολική ταχύτητα.

Ο RI λαμβάνει τιμές >1 σε αρτηρίες με φυσιολογική τριφασική ροή (διότι μετρούνται τιμές αρνητικές στην διαστολή), ωστόσο παίρνει τιμές <1 σε αρτηρίες που αρδεύουν συμπαγή όργανα (νεφροί), σε ύπαρξη αυτόλογη αρτηριοφλεβικής αναστόμωσης ή συνθηκών αντιδραστικής υπεραιμίας περιφερικότερα[2].

Η παραπάνω ιδιότητα των αρτηριών να διατείνονται, ενώ έχει μεγάλη σημασία για τις μικρότερες διαμέτρου αρτηρίες, πάνω από ένα κρίσιμο τιμή των 2mm παύει να έχει τόσο μεγάλη σημασία [12].

#### **2.4.5. Κριτήρια αγγειακής προσπέλασης.**

##### **Αρτηριοφλεβική επικοινωνία αντιβραχίου:**

Η διάμετρος της κερκιδικής αρτηρίας πρέπει να είναι 2.0 mm ή μεγαλύτερη.

Η κεφαλική φλέβα 2.5 mm ή μεγαλύτερη σε όλη την πορεία της έως την υποκλείδια φλέβα.

Αποδεκτή επίσης και η απορροή της κεφαλικής σε μεγάλη (2,5 mm) μέση φλέβα του αγκώνα και στη συνέχεια τη βραχιόνιο ή τη βασιλική φλέβα.

##### **Αρτηριοφλεβική επικοινωνία βραχίονα:**

Δεν υπάρχουν σαφώς καθορισμένα κριτήρια συνδυασμού φλέβας-αρτηρίας στον βραχίονα. Μια επαρκούς μεγέθους κεφαλική ή βασιλική φλέβα στον βραχίονα χωρίς στένωση ή απόφραξη είναι κατάλληλη[2].

Όταν η διάμετρος της κερκιδοκεφαλικής AVF είναι μικρότερη από <1.6mm, παρατηρήθηκε υψηλό ποσοστό αποτυχιών. Όσο μεγαλύτερη είναι η διάμετρος, τόσο πιο πιθανή είναι και η βατότητα της προσπέλασης.

Το ιδανικό όριο για την ωρίμανση της AVF και την επάρκεια για αιμοκάθαρση δεν είναι γνωστό, ενδεχομένως επειδή και άλλοι παράγοντες όπως η παρουσία αρτηριακής νόσου παίζουν ρόλο στην επιτυχία.

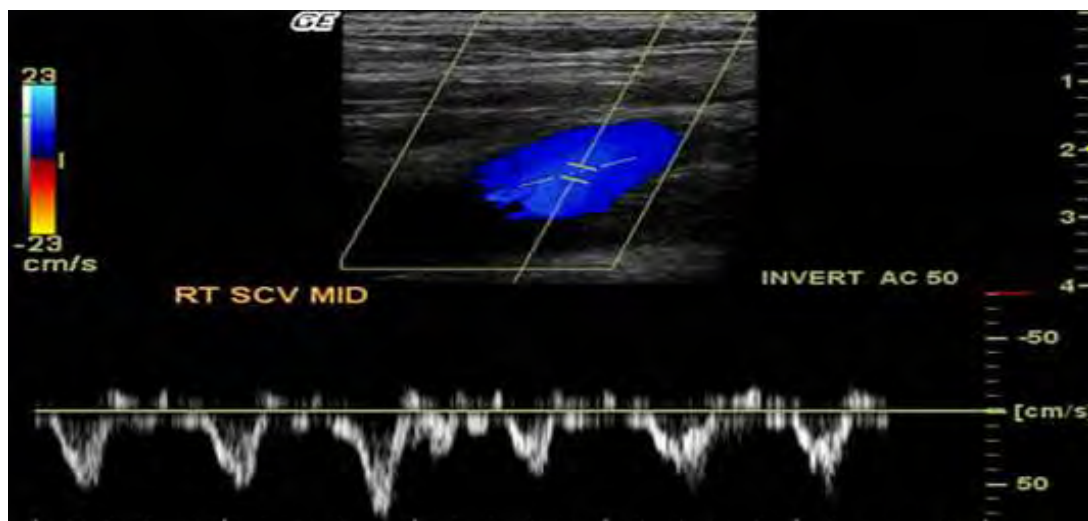
***Η ελάχιστη διάμετρος των 2 mm για την κερκιδική αρτηρία, η οποία προτάθηκε αρχικά από τον Silva, είναι το όριο που έχει καθιερωθεί περισσότερο[8].***

#### **2.5 Περιορισμοί της εξέτασης**

Όπως αναφέρθηκε, υπάρχει δυσκολία στην εκτίμηση κεντρικών φλεβών με τον υπέρηχο, το οποίο μπορεί να είναι απαραίτητο σε ασθενείς που είχαν στο παρελθόν μόνιμους καθετήρες, οπότε και αυξημένες πιθανότητες στενώσεων στις κεντρικές φλέβες τους. Μπορούν όμως να αξιολογηθούν με έμμεσο τρόπο.

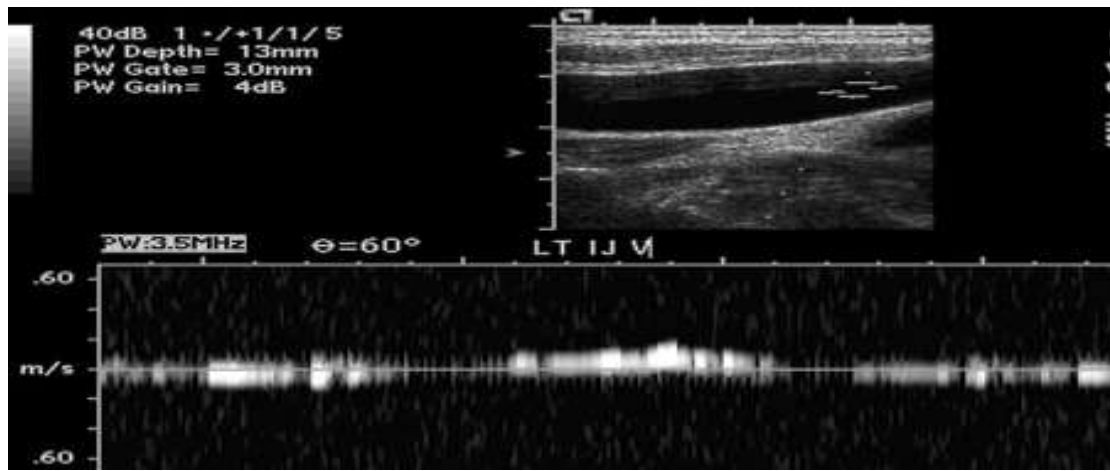
Το υπερηχογραφήμα μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την ανίχνευση θρόμβωσης στην περιφερική μοίρα των βραχιοκεφαλικών ή των υποκλειδίων φλεβών, οι οποίες δεν είναι προσβάσιμες με άμεση υπερηχογραφική εξέταση. Η τελευταία μπορεί να απεικονίσει θρόμβους στην μασχαλαία και στην περιφερική μοίρα της υποκλειδίου φλέβας.

Τα φυσιολογικά σήματα Doppler απο την εξέταση των φλεβών του τραχήλου και του ανω άκρου χαρακτηρίζονται απο φασικότητα, τόσο με τον καρδιακό κύκλο (επέκταση των αυχομειώσεων της πίεσης στον δεξιό κόλπο) όσο και τον αναπνευστικό (αύξηση της φλεβικής επιστροφής κατά την εισπνοή).



Σφυνγικότητα στη φασματοροή λόγω καρδιακού κύκλου σε δεξιά υποκλείδιο φλέβα.

Η ισοπέδωση ή η απουσία φασικότητας αναπνευστικής και καρδιακής συναντάται σε μερικώς ή πλήρως αποφραγμένες φλέβες, ακόμα και αν υπάρχει ορθόδρομη φλεβική ροή.



Κυματομορφή από αριστερή έσω σφαγίτιδα φλέβα με ενδείξεις κεντρικής φλεβικής αποφράξεως. Δεν παρατηρείται η σφυγμικότητα λόγω αποφράξεως της βραχιοκεφαλικής φλέβας.

Τα ευρήματα από τη μελέτη δείχνουν ότι φυσιολογικά υπερηχογραφικά ευρήματα σε σχέση με καρδιακή και αναπνευστική φασική διακύμανση στα προσπελάσιμα φλεβικά τμήματα αποκλείουν την ύπαρξη θρόμβων στα κεντρικότερα μη προσπελάσιμα τμήματα. Η καρδιακή διακύμανση είναι πιο ευαίσθητος δείκτης θρόμβωσης. [13]

### Κεφάλαιο 3. Προεγχειρητικός υπερηχοτομογραφικός έλεγχος.

#### 3.1 Κατευθυντήριες οδηγίες.

**Υπάρχουν** κατευθυντήριες οδηγίες για τη δημιουργία αγγειακών προσπελάσεων σε Ευρώπη και Αμερική, οι οποίες προτείνουν ένα πρώιμου στρατηγικό πλάνο για κάθε ασθενή, με έμφαση στη διατήρηση των φλεβών/πιθανών θέσεων αγγειακών προσπελάσεων [14,15,16].

**Συστήνεται** η δημιουργία αρτηριοφλεβικής επικοινωνίας 2-3 μήνες από την EBPG ενώ 6 μήνες από την DOQI πριν την πιθανή έναρξη αιμοκάθαρσης (ώστε εκτός από την ωρίμανση να υπάρχει χρόνος και για πιθανή διόρθωση). Στις νεότερες οδηγίες από την Ευρωπαϊκή Εταιρεία Αγγειοχειρουργικής (ESVS) του 2018 ο χρόνος ωρίμανσης πριν την πρώτη παρακέντηση είναι 4-6 εβδομάδες για τις AVF και 2-4 εβδομάδες για τις AVG με δείκτη τεκμηρίωσης **Ila** [14].

**Βασικός Στόχος** αποτελεί η έναρξη συνέδριων αιμοκαθάρσεων με μια μόνιμη προσπέλαση και όχι κεντρικούς φλεβικούς καθετήρες με τις επιπλοκές τους [14].

**Δίδεται σημασία** στην μια λεγομένη στρατηγική διατήρησης των φλεβών, με αποφυγή φλεβοκεντήσεων και τοποθέτησης καθετήρων, ώστε να είναι διαθέσιμες ως δότριες για μελλοντικές αγγειακές προσπελάσεις [16].

**Προτείνεται**, προεγχειρητικά σε όλους τους ασθενείς κλινική εξέταση μαζί με υπερηχογραφικό έλεγχο σε αρτηρίες και φλέβες του άνω άκρου πριν την δημιουργία προσπέλασης με ένδειξη τεκμήριωσης **IA**. Απεικόνιση κεντρικών φλεβών ενδείκνυται σε όσους είχαν κεντρικούς φλεβικούς καθετήρες ή ηλεκτρόδια μόνιμου βηματοδότη [14].

**Στη φυσική εξέταση**, συνιστάται προσεκτική επιλογή των κατάλληλων αγγείων με βάση αντικειμενική παρατήρηση. Εκτιμάται ο αρτηριακός παλμός και η παρουσία, διάμετρος και πορεία των επιπολής φλεβών αντιβραχίου και βραχίονα. Κάτι τέτοιο όμως είναι ενδεχομένως δύσκολο σε παχύσαρκους ασθενείς και εξαρτάται και από την εμπειρία του εξεταστή. Γι αυτό θεωρήθηκε ιδιαίτερα χρήσιμη η χαρτογράφηση (mapping) σε παχύσαρκους, γιατί δίνει τη δυνατότητα για παρόμοια ποσοστά επιτυχημένης δημιουργίας AVF [14].

**Δίνεται έμφαση** εξάλλου στο υψηλό ποσοστό αποτυχιών στις αγγειακές προσπελάσεις και επισημαίνεται ότι με τον πληθυσμό να είναι όλο και πιο γηρασμένος είναι αναμενόμενο να συναντώνται αγγεία φτωχής ποιότητας για αναστομώσεις [14].

**Λόγω αυξημένων πιθανοτήτων** αυτοί οι ασθενείς να έχουν σακχαρώδη διαβήτη, περιφερική αγγειοπάθεια και ισχαιμική καρδιοπάθεια, οι προκλήσεις στην προσπάθεια δημιουργίας προσπέλασης αυξάνονται διαρκώς [14,15].

### **Αγγειακοί διάμετροι και επιλογή θέσεως δημιουργίας της προσπελάσεως.**

Οι AVF προτιμώνται έναντι των AVG και αυτά έναντι των κεντρικών φλεβικών καθετήρων. Η AVF στο άνω άκρο είναι η συνιστώμενη προσπέλαση και πρέπει να τοποθετείται όσο περιφερικότερα γίνεται. Για χρόνια υπήρχε σημαντική διαφορά στην στρατηγική για τις προσπελάσεις σε Ευρώπη και ΗΠΑ.

Στην Ευρώπη χρησιμοποιούνταν κατά κόρον αυτόλογες αρτηριοφλεβικές επικοινωνίες, ενώ στις ΗΠΑ χρησιμοποιούσαν σε υψηλό ποσοστό συνθετικά μοσχεύματα, λόγω της μεγαλύτερης συννοσηρότητας των ασθενών στις ΗΠΑ [14,16].

Το δόκιμο χειρουργικό πλάνο κατά τη δημιουργία προσπελάσεως ξεκινάει από το περιφερικότερο σημείο του άνω άκρου ώστε να διασφαλιστεί ο μεγαλύτερος αριθμός εναλλακτικών θέσεων για μια πιθανή δημιουργία προσπέλασης στο μέλλον. Δηλαδή από την ανατομική ταμβακοθήκη και κεντρικότερα. Εν συνέχεια όταν εξαντληθούν οι πιθανές εκδοχές στο αντιβράχιο προχωράμε στον αγκώνα και τον βραχίονα [14].

Εν κατακλείδι η AVF πρέπει να είναι απλή στη δημιουργία, με διατηρημένα τα κεντρικότερα αγγεία άθικτα για πιθανή μελλοντική δημιουργία προσπελάσεων, και έχει λίγες επιπλοκές, με χαμηλά ποσοστά υποκλοπής και όταν ωριμάσει, χαμηλά ποσοστά θρόμβωσης και λοίμωξης. Το κύριο μειονέκτημα είναι οι χαμηλότερες ροές αίματος και το υψηλό ποσοστό πρωτογενούς αποτυχίας.

Οι κατευθυντήριες οδηγίες υπερτονίζουν ότι ο στόχος είναι μια λειτουργική αρτηριοφλεβική επικοινωνία, όχι απλά η δημιουργία μιας που θα έχει φτωχές

πιθανότητες να ωριμάσει. Έτσι θα ελαττωθεί ο χαμένος χρόνος και θα ελαττωθούν οι πρώιμες αποτυχίες και επεμβάσεις διάσωσης [14-16].

Οι προτεινόμενες διάμετροι κερκιδικής αρτηρίας και κεφαλικής φλέβας για δημιουργία αναστόμωσης, από Tordoir J et al (EBPG on Vascular Access) είναι οι παρακάτω:

Author	Radial artery (mm)	Cephalic vein (mm)
Wong <i>et al.</i> [10]	1.6	1.6
Malovrh [12]	1.5	1.6
Silva <i>et al.</i> [3]	2.0	2.5
Ascher <i>et al.</i> [21]	–	2.5

Η μικρότερη διάμετρος αρτηρίας και φλέβας είναι στα **2mm** για AVF στον καρπό. Για κεντρικότερες θέσεις (αγκώνας/βραχίονας) δεν έχουν καθοριστεί σαφή όρια.

Η μελέτη των Silva et al προτείνει **2,5mm** για τις φλέβες όταν πρόκειται για αυτόλογη αρτηριοφλεβική επικοινωνία και **4mm** όταν πρόκειται για μόσχευμα. Η διάταση των φλεβών μετά την περίσφιξη αποτελεί θετικό προγνωστικό παραγόντα στην εκβαση της προσπελάσεως κατά τη δημιουργία της[15].

Στις μόλις νεοφερμένες κατευθυντήριες οδηγίες από την **Ευρωπαϊκή Εταιρεία Αγγειοχειρουργικής (ESVS)** περιγράφουν την ελάχιστη διάμετρο για την κερκιδική αρτηρία και κεφαλική φλέβα (με τη χρήση περίδεσης) να είναι το ελάχιστο **2mm**. Για τις βραχιονοκεφαλικές και βραχιονοβασιλικές αναστομώσεις προτείνουν το ελάχιστο **3mm** τόσο για το αρτηριακό όσο και για το φλεβικό σκέλος.

Από την άλλη στην Αμερική (**DOQI**) γίνεται επίσης λόγος για το όριο **2-2,5 mm** για τις φλέβες με βάση τα μέχρι τότε στοιχεία.[16,17]

**Η αρτηριακή εκτίμηση** περιλαμβάνει έλεγχο σφυγμού, διαφορών πίεσης στα άνω άκρα, εκτίμηση της βατότητας του παλαμιαίου τόξου, διάμετρος της αρτηρίας και η παρουσία επασβεστώσεων. Διάμετρος <1,6 mm παραπέμπει σε υψηλό ποσοστό αποτυχίας για κερκιδοκεφαλική AVF.

**Η φλεβική εκτίμηση** απαιτεί διάμετρο τουλάχιστον 2,5mm, συνέχεια με τις κεντρικές φλέβες και απουσία απόφραξης. Η βατότητα των κεντρικών φλεβών μπορεί έμμεσα να ελεγχθεί με τον υπέρηχο [15,16].

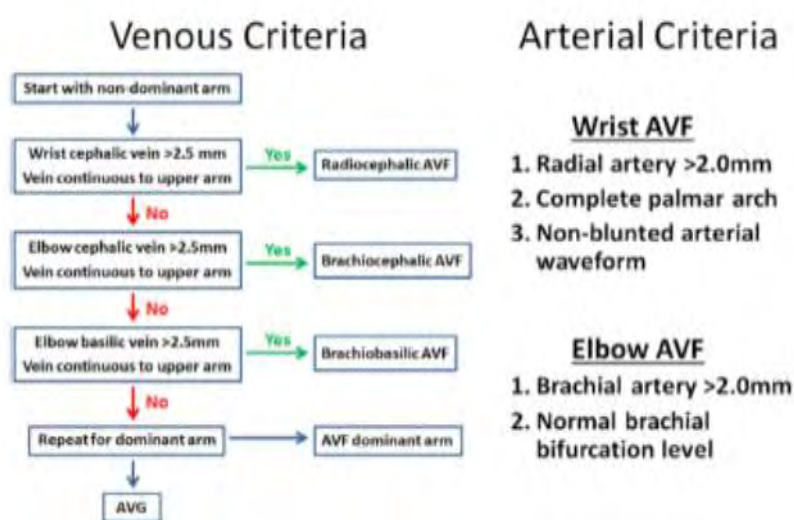
### 3.2 Νεότερα δεδομένα.

Στα χρόνια που ακολούθησαν μετά την έκδοση των κατευθυντήριων οδηγιών (μετά το 2007) προέκυψαν μελέτες και δεδομένα που ενισχύουν την χρησιμότητα της χρήσης υπέρηχου στην προεγχειρητική χαρτογράφηση για την δημιουργία αγγειακής προσπελάσεως.



Στην αναδρομική μελέτη του Kim JJ et al.(2016) οι πληροφορίες που λαμβάνονται από την χαρτογράφηση είναι πιθανό να αλλάξουν τη χειρουργική στρατηγική για τη δημιουργία της AVF, ιδίως όταν προγραμματίζεται η δημιουργία κερκιδοκεφαλικής AVF. Τα κριτήρια αγγειακής καταλληλότητας περιλάμβαναν διαμέτρους κερκιδικής και βραχιονίου αρτηρίας, ύψος διχασμού βραχιονίου και Doppler Allen's test. Επί υψηλού διχασμού γινόταν χρήση της ωλένιου αρτηρίας. Παρατηρήθηκε, ότι η πιθανότητα μεταβολής του αρχικού χειρουργικού πλάνου ήταν μεγαλύτερη, όταν αυτό περιλάμβανε αρχικά τη δημιουργία κερκιδοκεφαλικής AVF στον καρπό. Το Doppler Allen test θεωρήθηκε πιο ικανοποιητικό στη διερεύνηση του παλαμιαίου τόξου σε σχέση με το αντίστοιχο της κλινικής εξέτασης [18].

110 Kim et al.



Σε μη τυχαιοποιημένη αναδρομική μελέτη του Barreto et al.(2016). Σε συνολο 108 ασθενών με 86 προσπελάσεις, 91% ήταν αρτηριοφλεβικές επικοινωνίες. Όλοι οι ασθενείς υποβλήθηκαν σε υπερηχογραφική μελέτη, και μόνο αγγεία που πληρούσαν τα ελάχιστα κριτήρια χρησιμοποιήθηκαν (2,5 mm για φλέβες και 2 mm για αρτηρίες).

Με τη βοήθεια της υπερηχογραφικής εξέτασης, αποφεύχθηκε η δημιουργία AVF σε αρτηρίες επασβεστωμένες με αρνητική δοκιμασία υπεραιμίας, σε σημεία περιφερικότερα από στενώσεις μεγαλύτερες του 50% και σε ύπαρξη αρτηρίας του αγκώνα με στένωση ή διάμετρο <1,5mm. Σε υψηλό διχασμό βραχιονίου χρησιμοποιούνταν η μεγαλύτερη ωλένιος αρτηρία. Πολύ σημαντικό όφελος από το echo mapping ήταν η μείωση των διερευνητικών χειρουργείων σε ασθενείς με φτωχή ανατομία. Συμπερασματικά συστάθηκε η ανάγκη για αποφυγή καθετήρων παρά για προτεραιότητα στις αυτόλογες αρτηριοφλεβικές επικοινωνίες[19].

Σε μια μετα-ανάλυση του Georgiadis et al.(2015) σε τέσσερις μη τυχαιοποιημένες συγκριτικές μελέτες (Silva et al., Allon et al., McGill et al., Ilhan et al.) παρατηρήθηκε ότι η συστηματική χρήση υπερήχων αύξησε τη δημιουργία AVF, ενώ σε τρεις από αυτές βρέθηκαν οφέλη στην βατότητα, την επάρκεια ή την πρώιμη αποτυχία των αναστομών, όταν γινόταν συστηματική χρήση υπερήχου[20].

**Table 3.** Baseline characteristics of non-randomized comparative studies.

	Comparison	Patients with RDUS (n)	Proportion of AVF placement over grafts (%)	Outcome (%)
Silva et al. <sup>4</sup>	Historical controls	108	63 vs. 14 <sup>a</sup>	Early failure 8.3 vs. 38.0 <sup>a</sup> ; 1 year patency 83 vs. 48 <sup>a</sup>
Allon et al. <sup>3</sup>	Historical controls	138	64 vs. 34 <sup>a</sup>	Adequacy of forearm AVF 54 vs. 34 <sup>a</sup>
McGill et al. <sup>6</sup>	Historical controls	~600	72 vs. 32	—
Ilhan et al. <sup>5</sup>	Concurrent controls	63	89 vs. 66 <sup>a</sup>	6 month patency 93 vs. 80 <sup>a</sup>

Note. RDUS = Routine Doppler US mapping.

<sup>a</sup> Statistically significant.

Μη τυχαιοποιημένες μελέτες, συγκριτικά στοιχεία , από Georgiadis GS, Charalampidis DG, Argyriou C, Georgakarakos EI, Lazarides MK. The Necessity for Routine Pre-operative Ultrasound Mapping Before Arteriovenous Fistula Creation: A Meta-analysis. Eur J Vasc Endovasc Surg. 2015

Στο ίδιο άρθρο σε μετα-ανάλυση 5 τυχαιοποιημένων μελετών εκτιμήθηκε η αξία του υπερηχογραφικού doppler ελέγχου σε όλους τους ασθενείς, σε σχέση με την κλινική εξέταση και τον εκλεκτικό έλεγχο με υπέρηχο. Εν συνόλω παρατηρήθηκε στατιστικώς σημαντική διαφορά στην άμεση αποτυχία των προσπελάσεων που προήλθαν από τις ομάδες ασθενών που υποβλήθηκαν σε υπερηχογραφικό έλεγχο ρουτίνας, οι οποίες είχαν και τα χαμηλότερα ποσοστά αποτυχίας[20].

**Table 1.** Baseline characteristics of included studies (randomized controlled trials).

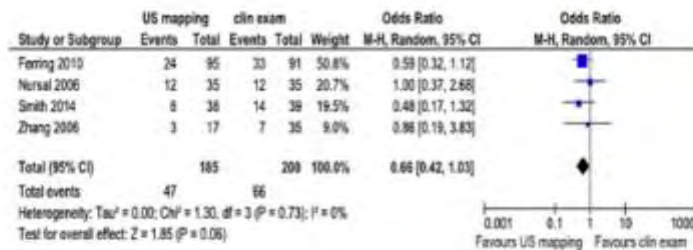
Study	Comparison (n)	Forearm fistulae (n)	DUS criteria	Outcome measures	Jadad score (R + DB + WD)
Smith et al. <sup>15</sup>	Routine (47) vs. selective US (47)	Routine (20) Selective (27)	Artery and vein $\geq 2$ mm	30 day failure rate	2 + 0 + 1 = 3
Ferring et al. <sup>14</sup>	Routine (112) vs. selective US (106)	Routine (63) Selective (64)	Artery and vein $\geq 2$ mm ( $\geq 3$ mm at elbow)	Immediate and primary failure, 1 year assisted patency	2 + 0 + 1 = 3
Mihmanli et al. <sup>11</sup>	Routine US (72) vs. clinical examination only (52)	Routine (72) Clinical examination (52)	Vessel diameters and other parameters <sup>a</sup>	Immediate success rate	1 + 0 + 0 = 1
Nursal et al. <sup>12</sup>	Routine US (35) vs. clinical examination only (35)	Routine (35) Clinical examination (34)	Artery and vein $> 1.6$ mm	Immediate success rate and 30 day patency	2 + 0 + 1 = 3
Zhang et al. <sup>13</sup>	Routine US (33) vs. clinical examination only (35)	Routine (33) Clinical examination (35)	Vessel diameters and other parameters <sup>b</sup>	Immediate and 6 month patency	1 + 0 + 1 = 2

Note. DUS = Doppler ultrasound; US = ultrasound R = randomization; DB = double blinded; WD = withdrawals and dropouts.

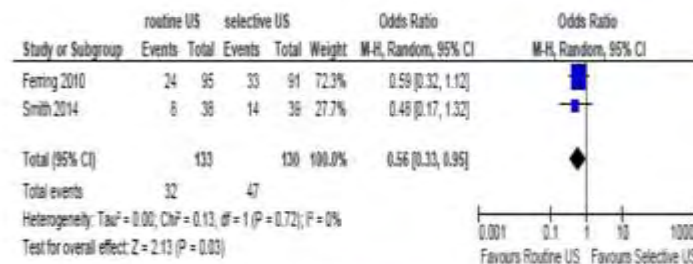
<sup>a</sup> Radial artery volume flow.

<sup>b</sup> Peak velocities, pulsatility, and resistance indices.

Τυχαιοποιημένες μελέτες, συγκριτικά στοιχεία , από Georgiadis GS, Charalampidis DG, Argyriou C, Georgakarakos EI, Lazarides MK. The Necessity for Routine Pre-operative Ultrasound Mapping Before Arteriovenous Fistula Creation: A Meta-analysis. Eur J Vasc Endovasc Surg. 2015



**Figure 3.** Forest plot illustrating the pooled estimate of the early/midterm adequacy for hemodialysis in patients with pre-operative routine Doppler ultrasound mapping (US) vs. patients evaluated with clinical examination or selective US. Odds ratio (OR) is shown with 95% confidence intervals (CI).



**Figure 4.** Forest plot illustrating the pooled estimate of the early/midterm adequacy for hemodialysis and/or maturation in patients with pre-operative routine Doppler ultrasound mapping (US) vs. patients evaluated with selective US. Odds ratio (OR) is shown with 95% confidence intervals (CI).

Τυχοιοποιημένες μελέτες, συγκριτικά στοιχεία, από Georgiadis GS, Charalampidis DG, Argyriou C, Georgakarakos EI, Lazarides MK. The Necessity for Routine Pre-operative Ultrasound Mapping Before Arteriovenous Fistula Creation: A Meta-analysis. Eur J Vasc Endovasc Surg. 2015

Στη μελέτη του Ferring et al. συγκρίθηκε η συστηματική χρήση υπερήχου προεγχειρητικά σε σχέση με την κλινική εξέταση. Αυξήθηκε η βατότητα προσπέλασης η χρήση της για αιμοκάθαρση. Η άμεση αποτυχία ήταν σημαντικά μεγαλύτερη στην ομάδα της κλινικής εξέτασης[21].

Στη μελέτη του Smith et al. συγκρίνοντας τον συστηματικό με τον εκλεκτικό υπέρηχο, δεν ανέδειξε στατιστικώς σημαντική διαφορά γιατί απλά ήταν σχεδιασμένη να ανιχνεύσει διαφορά στο ποσοστό πρωτογενούς αποτυχίας της τάξης του 27%, ενώ η διαφορά που παρατηρήθηκε υπέρ της ομάδας του συστηματικού υπερήχου ήταν 15%[22].

Στους Mihmanli et al. εκτιμήθηκε αν η χρήση υπερήχου βελτιώνει την άμεση επιτυχία στην δημιουργία αυτόλογων αρτηριοφλεβικών επικοινωνιών, σε σχέση με την κλινική εξέταση. Στην ομάδα που ο υπέρηχος καθόρισε το χειρουργικό πλάνο, υπήρχε στατιστικώς σημαντική μεγαλύτερη επιτυχία. Δυστυχώς στη μελέτη δεν υπήρχε μακροχρόνιο follow up [23].

Στους Zhang et al. η ομάδα που υποβλήθηκε σε υπέρηχο παρουσίασε πρωτογενή βατότητα 90% σε σχέση με το 80% της ομάδας της κλινικής εξέτασης[24].

Στους Nursal et al. τα αποτελέσματα δεν έδειξαν ιδιαίτερο πλεονέκτημα για τη χρήση προεγχειρητικού υπερήχου σε σχέση με τη λειτουργία της AVF, σε ασθενείς όμως με ιδανική ανατομία αγγείων στο βραχίονα. Δεν υπήρχε διαφορά στην άμεση επιτυχία

των αναστομών. Παρόμοια ήταν επίσης και τα ποσοστά βατότητας ως και την τελευταία εκτίμηση των ασθενών. Από τη μελέτη όμως είχαν αποκλειστεί οι παχύσαρκοι ασθενείς (ως μη έχοντες ιδανικά χαρακτηριστικά στα αγγεία του άνω άκρου). Είναι γνωστό όμως ότι ακριβώς σε αυτήν την κατηγορία η χρήση του αγγειακού υπερήχου προσφέρει πολλά, με αποκάλυψη αγγείων που δεν είναι ορατά στην κλινική εξέταση [25].

#### **4. Μελλοντικές υπερηχογραφικοί μέθοδοι, παραμετροι και πεδία στην επιλογή κατάλληλης θέσης για την δημιουργία αρτηριοφλεβικής επικοινωνίας για αιμοκάθαρση.**

##### **4.1 Νεότερες υπερηχογραφικές μετρήσεις και τεχνικές.**

Η υπερηχογραφική μέθοδος έχει αποδεδειγμένη την ικανότητα της ως διαγνωστικό εργαλείο και αξιόπιστη τεχνική παρακολούθησης της AVF. Το προεγχειρητικό mapping μπορεί να αναγνωρίσει καταλληλά αγγεία για τη δημιουργία φίστουλας, αλλά υπάρχει έλλειψη στοιχείων ως αφορά στην ικανότητα της μεθόδου να αναγνωρίσει τις φίστουλες που θα αποτύχουν.

Παρότι υπάρχει προτεινόμενο ορίο [26] στο μέγεθος της φλέβας και αρτηρίας που θα χρησιμοποιηθεί δεν υπάρχει ξεκάθαρη απόδειξη που να υποστηρίζει την προγνωστική αξία του [25].

Το αγγειακό ενδοθήλιο παρέχει ένα δομικό και λειτουργικό ρόλο στο σώμα, για αυτό και η ενδοθηλιακή δυσλειτουργία αποτελεί το πρώτο βήμα στην δημιουργία αθηροσκλήρυνσης[27,28,29]. Η οποία εμποδίζει την φυσιολογική ωρίμανση της αρτηριοφλεβικής φίστουλας.

Η ενδοθηλιακή αντιδραστικότητα (**Endothelial Reactivity**) είναι μια μέτρηση της ικανότητας του αγγείου να διαστέλλεται ως αντίδραση σε ένα ερέθισμα το οποίο παράγει νιτρικό οξείδιο, όπως η τοιχωματική διατμητική τάση (**Wall Shear Stress**). Η αξιολόγηση της ενδοθηλιακής αντιδραστικότητας δύναται να πραγματοποιηθεί μέσω υπερήχων. Η αρτηριακή σκληρία είναι μείζονος σημασίας σε σχέση με την καρδιαγγειακή θνητότητα και θνησιμότητα.

Η απεικόνιση της ταχύτητας μέσω ανυσμάτων (**Velocity Vector Imaging**) είναι μια πρωτοποριακή υπερηχογραφική μέθοδος που αξιολογεί ταυτόχρονα την επιμήκη και ακτινική ιστική κίνηση[30]. Υπολογίζεται στην κοινή καρωτίδα και συσχετίζεται με το φορτίο πλάκας [31]. Θα μπορούσε να παρέχει μια διαφορετική αξιολόγηση της ωρίμανσης της AVF.

Η ελαστικότητα στην βραχιόνια αρτηρία (**Brachial artery elasticity**) έχει αναδειχθεί να διαφέρει μεταξύ υγιών εθελοντών [31] και ασθενών με χρόνια νεφρική ανεπάρκεια (chronic kidney disease,CKD) και η διαφορετικότητα της μεταξύ του πληθυσμού ασθενών με CKD θα μπορούσε να έχει προγνωστική αξία στην ωρίμανση της AVF.

Ένας μείζων περιορισμός του υπέρηχου είναι η δισδιάστατη απεικόνιση ενός τρισδιάστατου αγγείου ή οργάνου. Τρισδιάστατες εικόνες (**3-D imaging**) παράγονται

μέσω αναδόμησης από πολλαπλές δισδιάστατες **(2-D imaging)** εικόνες βάση προσανατολισμού και θέσης αυτών [33]. Αυτές όμως εξαρτώνται από τον κάθε εξεταστή και την σταθερότητα του στη συλλογή απεικονίσεων. Μπορεί όμως να οδηγήσει σε λαθεμένες μετρήσεις του όγκου.

Με τις νεότερες 3-D τεχνικές ξεπερνούνται οι παραπάνω περιορισμοί και παρέχουν την απαραίτητη ακρίβεια για ένα πραγματικό μαθηματικό μοντέλο το οποίο θα μπορούσε να είναι χρήσιμο στην αξιολόγηση των αναστομών της AVF. Η συνεχής ογκομετρική ανάλυση (**Serial volume analysis**) της AVF μετά από την δημιουργία της, θα μπορούσε να προσφέρει μια πιο ενδελεχώς γνώση αυτής της δυναμικής διαδικασίας ωρίμανσης και θα προέτρεπε την δημιουργία κριτηρίων συσχετισμένων με επιτυχή δημιουργία AVF [34].

#### **4.2 Επαναπροσδιορισμός υπερηχογραφικών κριτηρίων και κατευθυντήριων γραμμών για τη δημιουργία επιτυχών AVF.**

Στη καθημερινή κλινική πράξη τα echo κριτήρια που χρησιμοποιούνται αλλά και οι υπάρχουσες κατευθυντήριες οδηγίες, δεν είναι αυστηρά καθορισμένα αλλά βασίζονται σε καθιερωμένες ιστορικές μελέτες [15,16].

Είναι επιτακτική η ανάγκη δημιουργίας σαφώς καθορισμένων κριτηρίων και υπερηχογραφικών σημείων, τα οποία θα στηρίζονται σε νέες μεγάλες τυχαιοποιημένες μελέτες ώστε να αυξηθούν τα ποσοστά επιτυχίας των AVF, να αξιολογείται με τεκμηριωμένους δείκτες ο βαθμός ωρίμανσης και η καταλληλότητα της AVF λαμβάνοντας πάντα υπόψιν αναλύσεις κόστους/οφέλους.

## **Συμπεράσματα**

Η προεγχειρητική έγχρωμη Doppler υπερηχογραφία έχει καθιερωθεί ως ένα αναπόσπαστο μέρος του προεγχειρητικού ελέγχου κατά τη δημιουργία αρτηριοφλεβικής αναστόμωσης για αιμοκάθαρση. Είναι μια αξιόπιστη και μη επεμβατική τεχνική, με την οποία απεικονίζεται το αγγειακό δέντρο και εκτιμάται η λειτουργική ακεραιότητά του.

Αναμφίβολα η χρήση του υπερήχου αυξάνει την επιτυχία στην χειρουργική έκβαση αλλά και την μακροζωία της AVF.

Μάλιστα, στην καλύτερη ίσως έκφραση της τεχνικής αυτής, την υπερηχογραφική εξέταση διενεργεί ο χειρουργός, ο ίδιος δηλαδή ιατρός που εξετάζει και κλινικά τον άρρωστο και θα σχεδιάσει τη δημιουργία της αρτηριοφλεβικής επικοινωνίας.

Τα οφέλη που προκύπτουν από τις ήδη υπάρχουσες μελέτες αναμένουμε να γίνουν ακόμα πιο εμφανή με τα δεδομένα που θα συνεχίσουν να έρχονται τα επόμενα χρόνια.

### **Βιβλιογραφία**

1. Okada S, Shenoy S. Arteriovenous access for hemodialysis: preoperative assessment and planning. J Vasc Access. 2014;15 Suppl 7:S1-5. doi:10.5301/jva.5000255.
2. Malovrh M. The role of sonography in the planning of arteriovenous fistulas for hemodialysis. Semin Dial. 2003 Jul-Aug;16(4):299-303.
3. Jennings WC, Kindred MG, Broughan TA. Creating radiocephalic arteriovenous fistulas: technical and functional success. J Am Coll

- Surg. 2009 Mar;208(3):419-25. doi: 10.1016/j.jamcollsurg.2008.11.015. Epub 2009 Jan 21.
4. Carlo Lomonte, Carlo Basile. Preoperative assessment and planning of haemodialysis vascular access. Clin Kidney J(2015) 8:278-281. doi:10.1093/ckj/sfv022
  5. Wilson NA, Shenoy S. Ultrasound in preoperative evaluation for dialysis-access placement. Semin Dial. 2014 Nov-Dec;27(6):593-5. doi: 10.1111/sdi.12284.
  6. R. Hemachandar. Analysis of Vascular Access in Haemodialysis Patients - Single Center Experience. J Clin Diagn Res. 2015 Oct; 9(10). doi: 10.7860/JCDR/2015/13342.6611
  7. Lew SQ, Nguyen BN, Ing TS. Hemodialysis vascular access construction in the upper extremity: a review. J Vasc Access. 2015 Mar-Apr;16(2):87-92. doi: 10.5301/jva.5000299.
  8. Pasquale Zamboli, Fulvio Fiorini, Alessandro D'Amelio, Pasquale Fatuzzo, Antonio Granata. Color Doppler ultrasound and arteriovenous fistulas for hemodialysis. J Ultrasound. 2014 Dec; 17(4): 253–263. doi: 10.1007/s40477-014-0113-6
  9. George Lampropoulos, Spyros Papadoulas, George Katsimperi, Argiro-loanna Ieronimaki, Marina Karakantza, Stavros K. Kakkos, Ioannis Tsolaki. Preoperative Evaluation for Vascular Access Creation. Vol 17, Issue 2, pp. 74 – 82. doi:10.2310/6670.2009.00007
  10. Ferring M, Henderson J, Wilmink A, Smith S. Vascular ultrasound for the pre-operative evaluation prior to arteriovenous fistula formation for haemodialysis: review of the evidence. Nephrol Dial Transplant. 2008 Jun;23(6):1809-15. doi: 10.1093/ndt/gfn001.
  11. Kim JJ, Koopmann M, Ihenachor E, Zeng A, Ryan T, deVirgilio C. The Addition of Ultrasound Arterial Examination to Upper Extremity Vein Mapping before Hemodialysis Access. Ann Vasc Surg. 2016 May;33:109-15. doi: 10.1016/j.avsg.2016.02.001.
  12. Brown PW. Preoperative radiological assessment for vascular access. Eur J Vasc Endovasc Surg. 2006 Jan;31(1):64-9.
  13. Patel MC, Berman LH, Moss HA, McPherson SJ. Subclavian and Internal Jugular Veins at Doppler US: Abnormal Cardiac Pulsatility and Respiratory Phasicity as a Predictor of Complete Central Occlusion. Radiology 1999;211:579-583.
  14. Schmidli J, Widmer MK, Basile C, de Donato G, Gallieni M, Gibbons CP, Haage P, Hamilton G, Hedin U, Kamper L, Lazarides MK, et al. Editor's Choice - Vascular Access: 2018 Clinical Practice Guidelines of the European Society for Vascular Surgery (ESVS). Eur J Vasc Endovasc Surg. 2018 Jun;55(6):757-818. doi: 10.1016/j.ejvs.2018.02.001
  15. Tordoir J, Canaud B, Haage P, Konner K, Basci A, Fouque D, et al. EBPG on Vascular Access. Nephrol Dial Transplant. 2007 May;22 Suppl 2:ii88-117.

16. National Kidney Foundation Kidney Disease Outcomes Quality Initiative (DOQI): clinical practice guidelines for vascular access. *Am J Kidney Dis* 2006;48(Suppl. 1):S176e-247.
17. Biuckians A, Scott EC, Meier GH, Panneton JM, Glickman MH. The natural history of autologous fistulas as first-time dialysis access in the KDOQI era. *J Vasc Surg.* 2008 Feb;47(2):415-21; discussion 420-1. doi: 10.1016/j.jvs.2007.10.041.
18. Kim JJ, Koopmann M, Ihenachor E, Zeng A, Ryan T, deVirgilio C. The Addition of Ultrasound Arterial Examination to Upper Extremity Vein Mapping before Hemodialysis Access. *Ann Vasc Surg.* 2016 May;33:109-15. doi: 10.1016/j.avsg.2016.02.001.
19. Barreto P, Almeida P, de Matos N, Queirós JA, Pinheiro J, Silva F, Carvalho T, Almeida R, Cabrita A. Preoperative vessel mapping in chronic kidney disease patients -a center experience. *J Vasc Access.* 2016 Jul 12;17(4):320-7. doi:10.5301/jva.5000559.
20. Georgiadis GS, Charalampidis DG, Argyriou C, Georgakarakos EI, Lazarides MK. The Necessity for Routine Pre-operative Ultrasound Mapping Before Arteriovenous Fistula Creation: A Meta-analysis. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2015 May;49(5):600-5. doi: 10.1016/j.ejvs.2015.01.012.
21. Ferring M, Claridge M, Smith SA, Wilmink T. Routine preoperative vascular ultrasound improves patency and use of arteriovenous fistulas for hemodialysis: a randomized trial. *Clin J Am Soc Nephrol.* 2010 Dec;5(12):2236-44. doi:10.2215/CJN.02820310.
22. Smith GE, Barnes R, Chetter IC. Randomized clinical trial of selective versus routine preoperative duplex ultrasound imaging before arteriovenous fistula surgery. *Br J Surg.* 2014 Apr;101(5):469-74. doi: 10.1002/bjs.9435.
23. Mihmanli I, Besirli K, Kurugoglu S, Atakir K, Haider S, Ogut G, et al. Cephalic vein and hemodialysis fistula: surgeon's observation versus color Doppler ultrasonographic findings. *J Ultrasound Med* 2001;20:217e22.
24. Zhang Z, Wang X, Zhang Z, Du G, Wang L, Yang J, et al. Hemodynamic evaluation of native arteriovenous fistulas for chronic hemodialysis with color Doppler ultrasound. *Chin J Med Imaging Technol* 2006;22:718-21
25. Nursal TZ, Oguzkurt L, Tercan F, Torer N, Noyan T, Karakayali H, Haberal M. Is routine preoperative ultrasonographic mapping for arteriovenous fistula creation necessary in patients with favorable physical examination findings? Results of a randomized controlled trial. *World J Surg.* 2006 Jun;30(6):1100-7.
26. Parmar, J., M. Aslam, and N. Standfield. Pre-operative radial arterial diameter predicts early failure of arteriovenous fistula (AVF) for haemodialysis. *Eur. J. Vasc. Endovasc. Surg.* 33:113–115, 2007. doi:10.1016/j.ejvs.2006.09.001.



27. Alley, H., C. D. Owens, W. J. Gasper, and S. M. Grenon. Ultrasound assessment of endothelial-dependent flow-mediated vasodilation of the brachial artery in clinical research. *J. Vis. Exp.* 92:e52070, 2014. doi:10.3791/52070.
28. Grenon, S. M., K. Chong, H. Alley, E. Nosova, W. Gasper, J. Hiramoto, W. J. Boscardin, and C. D. Owens. Walking disability in patients with peripheral artery disease is associated with arterial endothelial function. *J. Vasc. Surg.* 59:1025–1034, 2014. doi:10.1016/j.jvs.2013.10.084.
29. Payvandi, L., et al Physical activity during daily life and brachial artery flow-mediated dilation in peripheral arterial disease. *Vasc. Med.* 14:193–201, 2009. doi:10.1177/1358863X08101018.
30. Svedlund, S., and L. M. Gan. Longitudinal wall motion of the common carotid artery can be assessed by velocity vector imaging. *Clin. Physiol. Funct. Imaging.* 31:32–38, 2011. doi:10.1111/j.1475-097X.2010.00976.x.
31. Svedlund S., and L. MingGan. Longitudinal common carotid artery wall motion is associated with plaque burden in man and mouse. *Atherosclerosis.* 217:120–124, 2011. doi:10.1016/2011.02.046.
32. Sorace, A. G., M. L. Robbin, H. Umphrey, C. A. Abts, J. L. Berry, M. E. Lockhart, M. Allon, and K. Hoyt. Ultrasound measurement of brachial artery elasticity prior to hemodialysis access placement: a pilot study. *J. Ultrasound Med.* 31:1581–1588, 2012.
33. Fenster, A., C. Blake, I. Gyacskov, A. Landry, and J. D. Spence. 3D ultrasound analysis of carotid plaque volume and surface morphology. *Ultrasonics* 44:153–157, 2006. doi:10.1016/j.ultras.2006.06.027.
34. Wang, A. S., D. H. Liang, F. Bech, J. T. Lee, C. K. Zarins, W. Zhou, and C. A. Taylor. Validation of a power law model in upper extremity vessels: potential application in ultrasound bleed detection. *Ultrasound Med. Biol.* 38:692–701, 2012. doi:10.1016/j.ultrasmedbio.2011.12.016.